

Intérêt des techniques culturales dans un dispositif de lutte intégrée contre la fusariose du palmier à huile

Effectiveness of crop techniques in the integrated control of oil palm Vascular Wilt

J.L. RENARD(1) et H. de FRANQUEVILLE(2)

Résumé. — Le potentiel de tolérance mis en évidence par le test en préépinière s'exprime avec plus ou moins d'intensité en fonction de l'environnement au sens le plus large du terme : nutrition minérale : des fumures croissantes en KCl retardent l'apparition et le développement de la fusariose et le phosphate tricalcique réduit l'incidence de la maladie; couvert végétal : le *Calopogonium coeruleum* favorise l'expression de la fusariose et le sol nu la défavorise ; l'apport de rafles dans le rond prédispose à la maladie et l'effet bénéfique attendu sur la production ne compense pas l'effet négatif dû à l'infection interne par le parasite; site de plantation : il constitue le facteur prépondérant dans le déterminisme de la maladie en replantation ; deux éléments interviennent : la distance du jeune plant par rapport à l'ancienne souche et l'état sanitaire du palmier de première génération au moment de l'abattage ; le maintien au champ de la forme chronique est préjudiciable au bon état sanitaire de la génération suivante. Les mécanismes en jeu dans les différentes situations sont discutés;

Mots clés. — Palmier à huile, fusariose, techniques culturales, lutte intégrée.

Cet article présente une synthèse des résultats obtenus dans différents essais mis en place en Côte-d'Ivoire pour étudier les effets des techniques culturales sur le développement de la fusariose du palmier à huile planté en zones infestées. Les données de production mentionnées ne portent que sur les 18 premiers mois de récolte et ces résultats préliminaires seront ultérieurement complétés et publiés dans le courant de l'année 1992.

INTRODUCTION

La fusariose est la maladie la plus redoutable du palmier à huile en Afrique tropicale. L'intensité des dégâts et l'expression des symptômes dépendent essentiellement de deux facteurs : la nature du matériel végétal et les composantes de l'environnement.

Le moyen de lutte privilégié réside dans l'utilisation de matériel végétal tolérant à la maladie. La sélection de maté-

Summary. — The tolerance potential revealed by prenursery tests is expressed in greater or lesser intensity depending on the environment in the widest sense of the term.

mineral nutrition: the application of fertilizers with increasing amounts of KCl delays the appearance and development of Vascular Wilt and tricalcium phosphate reduces the incidence of the disease; cover crops. *Calopogonium coeruleum* encourages Vascular Wilt expression and bare soil discourages it; applying bunch stalks in the circle increases the chances of disease and the beneficial effects expected on yields do not compensate for the negative effect of internal infection by the parasite; planting site: this is the major factor in disease determinism in replantings; two elements come into play: distance of the seedling from the old stump and the phytosanitary condition of the first generation oil palm when it was felled; keeping the chronic form of the disease in the field is prejudicial to the good phytosanitary condition of the following generation. The mechanisms involved in different situations are discussed.

Key words. — Oil palm, Vascular Wilt, crop techniques, integrated control.

The following article gives a rundown of the results obtained in various trials set up in Côte-d'Ivoire to study the effects of crop techniques on Vascular Wilt development on oil palm planted in infested areas. The production data given only cover the first 18 months' harvesting, and will be completed and published some time in 1992.

INTRODUCTION

Vascular Wilt is the most formidable oil palm disease in tropical Africa. Damage intensity and symptom expression basically depend upon two factors: type of planting material and environmental components.

A privileged control method lies in the use of disease-resistant planting material. Breeding of tolerant material is ba-

(1) Directeur, Division Phytopathologie de l'IRHO/CIRAD - BP 5035 - 34032 Montpellier cedex 1

(2) Plantation Expérimentale R. Michaux - BP 8 - Dabou - Côte-d'Ivoire

(1) Directeur, Division Phytopathologie de l'IRHO/CIRAD - BP 5035 - 34032 Montpellier cedex 1

(2) Plantation Expérimentale R. Michaux - BP 8 - Dabou - Côte-d'Ivoire

riel tolérant repose sur des tests d'inoculations du *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis* en préépinière [3][4] ; le comportement est ensuite testé au champ [5]. Ce travail associe étroitement sélectionneur et phytopathologiste.

Le suivi au champ est riche d'enseignements[6]. Il permet ou non de conforter les résultats du test et il met en évidence, lorsque la maladie se développe, une hétérogénéité de la distribution de la fusariose à l'intérieur d'un même matériel végétal qui, dans la plupart des cas, peut être reliée à un facteur du milieu : le plus évident d'entre eux étant la topographie ; ainsi, en zone de cuvette, l'expression de la maladie est plus intense qu'en zone plate. De telles observations nous ont amené à rechercher d'une manière systématique, à partir de dispositifs expérimentaux appropriés, le rôle des facteurs du milieu sur le développement de la fusariose.

MATERIEL ET METHODE

1. — Principe

En tenant compte des observations faites sur le terrain, plusieurs voies ont été explorées dans des expériences au champ : rôle de la nutrition minérale, incidence des pratiques culturales, effet de la situation sanitaire de la culture précédente.

Ces essais sont conduits, soit en conservant les normes de densité standard des plantations -143 arbres à l'hectare-, soit en quadruple densité (double densité sur l'ancienne ligne et double densité dans l'interligne), ce dispositif étant ramené à l'écartement standard par arrachage des deux tiers des plants, 3 ans après la mise en place de l'essai.

Le site des essais a été soigneusement choisi pour offrir les garanties optimales d'homogénéité. De plus, on a porté une grande attention au choix du matériel végétal pour les expériences en replantation, en raison de l'influence importante que peut avoir ce précédent sur la génération suivante.

L'évolution de la situation sanitaire a été suivie très attentivement au moyen de relevés bimestriels dans le but de diagnostiquer le moindre symptôme, même fugace, de fusariose. Ces relevés s'inspirent des descriptions faites antérieurement [7] et conduisent à établir deux états :

- l'un, appelé "F", qui décrit la situation visible de la maladie à un moment donné, caractérisée par les symptômes typiques et chroniques de la fusariose,
- l'autre, dénommé "R", qui traduit les manifestations passagères de la maladie suivies de rémission.

Enfin, grâce à l'aide d'un carottage du stipe, il a été possible de détecter les palmiers renfermant des fibres brunes (f) témoins d'une infection interne, sans qu'à aucun moment on n'ait pu mettre en évidence des symptômes externes.

La récolte arbre par arbre a débuté à 4 ans et demi. Les productions cumulées sur une période de 18 mois sont analysées en fonction des traitements et de la classe sanitaire des palmiers.

2. — Facteurs étudiés dans les expériences

2.1. — Caractéristique des essais

- Influence de la fumure potassique - DA CP 13 [2]

Il s'agit d'une expérience factorielle 4x2x2x2 (Potassium à 4 niveaux et les autres éléments à 2 niveaux : Mg - B - Mn, avec 2 croisements : DA 835 = D3DxP2054P -sensible- et LM 810 = L15TxD10D -tolérant-). La parcelle élémentaire comporte 24 arbres plantés sur le sol de savane à 143 arbres à l'hectare.

sed on Fusarium oxysporum f.sp. elaeidis inoculation tests in the prenursery [3] [4]; performance is then tested in the field [5]. This work closely links the breeder and the pathologist.

Monitoring in the field provides a considerable amount of information [6]. It makes it possible to corroborate, or otherwise, the test results and, when the disease develops, it reveals heterogeneous Wilt distribution throughout the same planting material; in most cases, this can be linked to environmental factors, the most obvious being topography: in a basin area, disease expression is greater than in a flat area. Such observations led us to undertake systematic research into the role played by environmental factors in Vascular Wilt development, based on an appropriate experimental design.

MATERIAL AND METHODS

1. — Principle

Bearing in mind the observations made in the field, several channels were explored: the role of mineral nutrition, the effect of crop techniques, the influence of the phytosanitary situation in the previous crop.

These trials are conducted either by keeping to the standard planting density of 143 trees/ha, or by quadrupling the density (double density along the old row and double density in the interrow); this design is then brought back to the standard density by pulling up two thirds of the plants 3 years after the start of the trial

The trial site was carefully chosen so as to offer optimum guarantees of homogeneity; particular attention was paid to the type of planting material used in the replanting experiments due to the marked influence it can have on the following generation.

The phytosanitary situation is was monitored closely by bimonthly inventories, so as to diagnose even the slightest Vascular Wilt symptom, however transitory. These inventories are based on descriptions established previously [7], and lead to the definition of two states:

- *one, called "F", which describes the visible disease situation at any given time, seen through typical and chronic Vascular Wilt symptoms,*
- *the other, called "R", which indicates a fleeting outbreak of the disease followed by remission.*

Finally, taking stem core samples makes it possible to detect oil palms with inner brown fibres (f), indicating internal infection, even when no external symptoms have been detected at any time.

Tree by tree harvesting began at 4 years. The cumulated production figures for an 18-month period are analyzed in accordance with the treatments and the phytosanitary classification of the oil palms

2. — Factors studied in the trials

2.1 — Trial characteristics

- *Effect of potassium fertilizer - DA CP 13 [2]*

This is a 4x2x2x2 factorial experiment (4 levels of potassium and 2 levels of the other elements: Mg - B - Mn, with two crosses: DA 835 = D3D x P2054P - susceptible - and LM 810 = L15T x D10D - tolerant). The elementary plot contains 24 trees planted on savannah soil at a density of 143 trees/ha.

• Effet de la fumure calcique - DA CP 23 [1]

Expérience en blocs de Fisher avec 4 traitements et 25 répétitions :

- calcaire broyé à 50 % de CaO - 3 kg/arbre,
- phosphate tricalcique à 51 % de CaO et 34 % de P₂O₅ - 3 kg/arbre,
- dolomie à 49 % de CaO et 16 % de MgO - 3 kg/arbre,
- témoin.

L'essai est planté en quadruple densité et comporte 26 palmiers par parcelle élémentaire. Dix répétitions sont plantées sur un précédent cultural à 57,8 % de fusariose, 10 autres sur un précédent à 86,7 % de maladie et les 5 dernières sur un précédent dont on ne connaissait pas la situation sanitaire

• Incidence du couvert végétal sur la fusariose - DA CP 25 [1]

Cet essai comporte 5 traitements :

- couverture de *Centrosema pubescens*,
- couverture de *Pueraria javanica*,
- couverture de *Calopogonium coeruleum*,
- sol nu, maintenu chimiquement,
- sol nu, maintenu mécaniquement.

L'essai est planté en quadruple densité, à raison de 50 plants par parcelle élémentaire, avec 8 répétitions (blocs de Fisher) ; 4 répétitions sont sur un précédent à 56 % de fusariose et les 4 autres sur un précédent à 69 % de fusariose.

• Rôle du paillage des ronds - DA ES 130

La rafle, résidu d'usine après égrappage du régime, est apportée sur le sol, autour du palmier. Quatre traitements sont définis en fonction de la quantité de rafles déposées :

- A : rafles sur un rayon de 1 m = 3 m²
- B : rafles sur un rayon de 1,70 m = 9 m²
- C : rafles sur un rayon de 1,95 m = 12 m²
- T : pas d'apport de rafles.

L'essai est planté en densité standard. La parcelle élémentaire comporte 28 palmiers, avec 10 répétitions. Deux catégories de matériel végétal sont représentées : C 1001 tolérant (7 répétitions) et C 1401 peu tolérant (3 répétitions).

Trois ans après le premier épandage, chaque parcelle d'essai est subdivisée et l'une des subdivisions reçoit un deuxième apport de rafles.

• Influence du site de plantation [6]

Deux objets sont définis dans cette expérimentation :

- la replantation sur l'ancienne ligne des palmiers abattus, à 2,25 m de la souche,
- la replantation dans l'interligne, à 3,90 m de l'ancienne souche.

Dans chaque situation, 1300 palmiers sont plantés.

• Effect of calcium fertilizer - DA CP 23 [1]

Experiment in Fisher Blocks with 4 treatments and 25 replications:

- crushed calcium at 50% CaO - 3 kg/tree
- tricalcium phosphate at 51% CaO and 34% P₂O₅ - 3 kg/tree
- dolomite at 49% CaO and 16% MgO - 3 kg/tree.
- control

The trial is planted in quadruple density and has 26 oil palms per elementary plot. Ten replications are planted on land with 57.8% Vascular Wilt in previous crops, ten others where the figure was 86.7% and, finally, 5 where the previous phytosanitary situation is not known.

• Effect of cover crop on Vascular Wilt - DA CP 25 [1]

This trial comprises 5 treatments:

- *Centrosema pubescens* cover crop
- *Pueraria javanica* cover crop
- *Calopogonium coeruleum* cover crop
- Bare soil, with chemical upkeep
- Bare soil, with mechanical upkeep.

The trial is planted at quadruple density, at a rate of 50 plants per elementary plot, with 8 replications (Fisher blocks); 4 replications are planted on land with 56% Vascular Wilt in previous crops and the other 4 where this figure was 69%.

• Role of circle mulching - DA ES 130

Bunch stalks, which form part of mill refuse after bunch stripping, are applied to the soil around the oil palm. Four treatments are defined depending on the quantity of bunch stalks deposited:

- A : bunch stalks over a 1 m radius = 3 m²
- B : bunch stalks over a 1.70 m radius = 9 m²
- C : bunch stalks over a 1.95 m radius = 12 m²
- T : no bunch stalks

The trial is planted at standard density. The elementary plot contains 28 oil palms, with 10 replications. There are two categories of planting material : C 1001 - tolerant (7 replications) and C 1401 - low tolerance (3 replications)

Three years after the bunch stalks were first applied, the trial was subdivided and further bunch stalks were deposited in one of the subdivisions.

• Influence of planting site [6]

There are two treatments in this trial:

- replanting along the old planting row of felled oil palms, 2.25 m from the stump.
- planting along the interrow, 3.90 m from the old stump.

In each case 1,300 oil palms are planted.

RESULTATS

1. — Influence du site de plantation

Les observations de routine au champ ont montré que les replantations de parcelles initialement plantées avec des croisements sensibles et infectés étaient plus atteintes par la fusariose que celles de parcelles primitivement plantées avec des croisements tolérants.

RESULTS

1. — Influence of planting site

Routine observations in the field showed that replantings on land formerly planted with infected susceptible crosses are more severely affected by Vascular Wilt than those on land previously planted with tolerant crosses.

Distance de la souche	Croisements sensibles	Croisements tolérants	Distance from stump	Susceptible crosses	Tolerant crosses
1 m	57,5 %	12,5 %	1 m	57.5 %	12.5 %
4,5 m	43,7 %	8,6 %	4.5 m	43.7 %	8.6 %

Ce résultat démontre à quel point le choix du site expérimental et la nature du matériel végétal sont importants pour conduire une expérience.

L'expérience DA CP 23, conduite dans 3 parcelles différentes, confirme le rôle du site de plantation par rapport à l'incidence de la maladie (Tabl. I). Moins de 2 m de différence suffisent à réduire de plus de 50 % le développement de la fusariose.

This result shows the importance of the choice of experimental site and type of planting material for conducting an experiment.

Experiment DA CP 23, conducted in 3 different plots, confirms the role played by the planting site in disease incidence (Table I). A difference of under 2 m is enough to reduce Vascular Wilt development by more than 50%

TABLEAU I. — DA CP 23 – Incidence de la fusariose (en %) en fonction du dispositif de plantation — (DA CP 23 – Vascular Wilt incidence (as a %) depending on planting design)

Situation des palmiers par rapport à l'ancienne souche (Locations of oil palms in relation to old stump)	Parcelles (Plots)			Total planté (Total planted)	% moyen de F (Mean % of F)
	C II 13	C IV 21	C III 34		
Sur la ligne à 2,25 m (On planting row 2.25 m away)	22,3	27,3	58,8	1300	31,6
Sur l'interligne à 3,90 m (On interrow 3.90 m away)	14,0	9,6	26,5	1300	14,8
% de F sur le précédent cultural (1ère génération) (% of F in previous crop –1st generation–)	57,8	86,7	très élevé (non précisé) (Very high –no details–)		

2. — Rôle de la nutrition minérale

• CP 13 - Rôle du potassium [2]

La figure 1 décrit l'évolution de la fusariose de 1968 à 1975 sur deux types de matériel végétal (un croisement sensible, un croisement tolérant) recevant des doses croissantes de chlorure de potassium et met en évidence :

- des différences nettes de comportement entre les croisements,
- un effet important des applications de KCl qui retardent l'apparition de la maladie et ralentissent son évolution. Cet effet du potassium est lié à l'évolution des teneurs en K des feuilles ; il devient significatif à partir de 1971 (Fig. 2).

• CP 23 - Effet du calcium [1]

Le tableau II donne la situation sanitaire de l'expérience CP 23 qui étudie les effets de la forme de l'apport de calcium et du site de replantation par rapport à la plantation antérieure sur le développement de la fusariose.

Les données indiquent clairement des différences très nettes selon que la plantation est effectuée sur la ligne de plantation (près de l'ancien palmier) ou dans l'interligne. Par contre, les apports de calcium n'ont aucune influence significative sur la fusariose ; on notera toutefois une tendance à la réduction de la fusariose avec le phosphate tricalcique.

3. — DA ES 130 - Influence du paillage sur la fusariose

Le tableau III regroupe les différents résultats de cet essai (DA ES 130). L'apport de rafles a aggravé l'incidence de la maladie dans des proportions importantes. Cette augmentation intervient quelle que soit la quantité de rafles apportée et la seconde application renforce cette augmentation en relevant le niveau du plateau de stabilisation de la maladie (Fig. 3).

2. — Role of mineral nutrition

• CP 13 - Role of potassium [2]

Figure 1 shows Vascular Wilt development between 1968 and 1975 on two types of planting material (one susceptible and one tolerant cross), each given increasing rates of potassium chloride. It reveals :

- *Marked differences in performance between the crosses,*
- *The significant effect of KCl applications, which delay disease occurrence and slow its development. This effect is linked to changes in leaf K contents: it became significant from 1971 onwards (Fig. 2).*

• CP 23 - Effect of calcium [1]

Table II shows the phytosanitary situation in experiment CP 23, which looks at the effects on Vascular Wilt development of the type of calcium applications and the replanting site in relation to the old planting.

The results clearly show marked differences depending on whether the replanting is set up along the old planting row (near the felled trees) or in the interrow. However, calcium applications have no significant effect on Vascular Wilt, although tricalcium phosphate has a tendency to reduce it.

3. — DA ES 130 - Effect of mulching on Vascular Wilt

Table III summarizes the different results of this trial (DA ES 130). Applying bunch stalks substantially exacerbated disease incidence. This increase occurs irrespective of the quantity of bunch stalks applied, and the second application worsens this increase by raising the level of the disease stabilization plateau (Fig. 3).

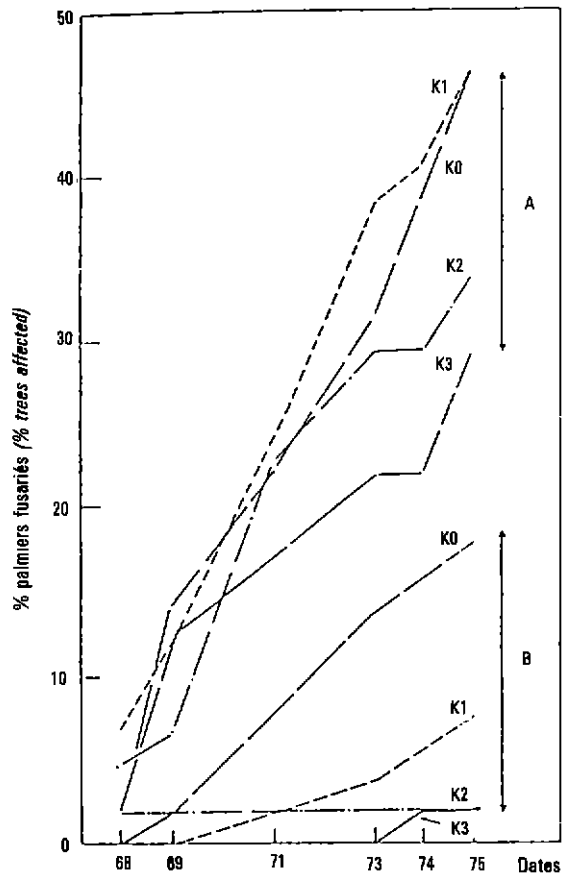


FIG. 1. — Evolution de la fusariose en fonction des doses de potassium sur un croisement sensible et un croisement tolérant — (Vascular Wilt development depending on potassium rates in a susceptible cross and a tolerant cross)

A – Croisement sensible DA 835 (Susceptible cross DA 835)

B – Croisement tolérant LM 810 (Tolerant cross LM 810)

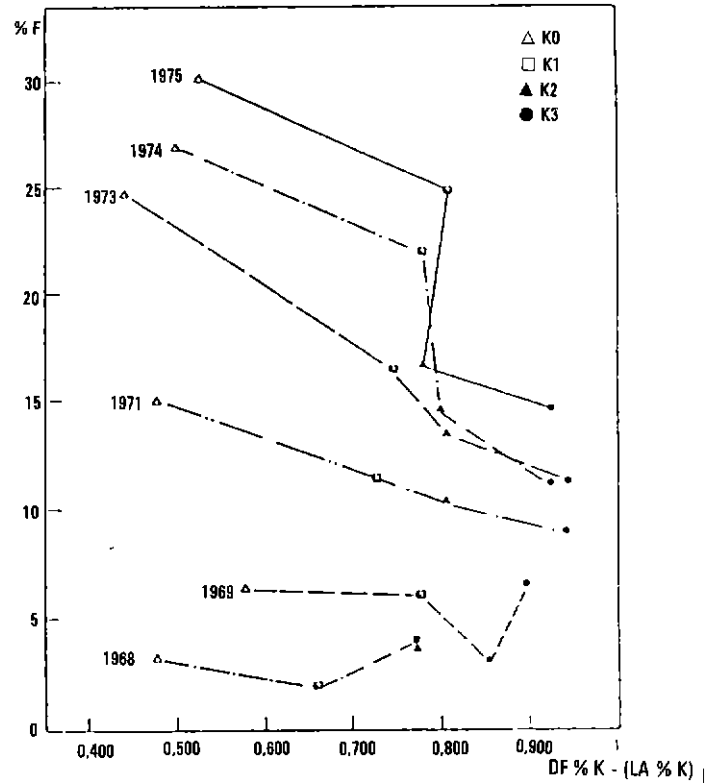


FIG. 2 — Evolution de la fusariose en fonction des teneurs en K des feuilles. — (Vascular Wilt development depending on leaf K content)

TABEAU II. — DA CP 23 – Incidence de la fusariose en % suivant la nature de la fumure calcique et le site de plantation. —
(DA CP 23 – Vascular Wilt incidence (as a %) depending on the type of calcium fertilizer and planting site)

Symptômes(1) (Symptoms)	Site (Site)	% F sur la culture précédente (% of F in previous crop)	Témoin(2) (Control)	Calcaire broyé (Crushed calcium)	Ph. tricalcique (Tricalcium phosphate)	Dolomie (Dolomite)
F	ligne (row)	25,8	28,2 (100)	21,8 (77)	24,8 (88)	28,4 (101)
	interligne (interrow)	13,1	13,7 (100)	11,0 (80)	10,6 (77)	17,4 (127)
f	ligne (row)	51,0	51,1 (100)	59,2 (116)	45,7 (89)	47,8 (94)
	interligne (interrow)	47,3	50,3 (100)	48,1 (96)	47,2 (94)	43,5 (86)
Total f + F	ligne (row)	76,8	79,3 (100)	81,0 (102)	70,5 (89)	76,2 (96)
	interligne (interrow)	60,4	64,0 (100)	59,1 (92)	57,8 (90)	60,9 (95)

(1) F = fusariose exprimée — f = fusariose latente — (F = expressed Vascular Wilt — f = latent Vascular Wilt)

(2) entre parenthèses : pourcentage par rapport au témoin — In brackets : percentage compared to control)

TABEAU. III — DA ES 130 – Incidence du paillage de rafles sur la fusariose exprimée en % de palmiers atteints. —
(DA ES 130 – Effect of bunch stalk mulching on expressed Vascular Wilt in % of trees affected)

		Total de l'essai (Trial total)		C 1001		C 1401	
Traitement (Treatment)		FC (CF)	FE (EF)	FC (CF)	FE (EF)	FC (CF)	FE (EF)
A	1 apport (1 application)	14,3	3,1	12,5	0,0	16,6	7,1
	2 apports (2 applications)	27,6	7,1	17,9	1,8	40,5	14,3
B	1 apport (1 application)	38,8	4,1	23,2	3,6	59,5	4,8
	2 apports (2 applications)	31,6	9,2	28,6	12,5	35,7	4,8
C	1 apport (1 application)	18,4	5,1	12,5	1,8	26,2	9,5
	2 apports (2 applications)	29,6	11,2	21,4	3,6	40,5	21,4
	Témoin (Control)	11,7	0,0	8,9	0,0	15,5	0,0
	Total (Total)	22,9	5,0	16,7	2,9	31,3	7,7

A = rayon de 1 m de rafles — (bunch stalks over 1 m radius)

B = rayon de 1,70 m de rafles — (bunch stalks over 1 70 m radius)

C = rayon de 1,95 m de rafles — (bunch stalks over 1 95 m radius)

FC = Fusariose cumulée (% de palmiers ayant manifesté des symptômes de fusariose, y compris les rémissions de symptômes)
 (CF = Cumulated fusarium –% of oil palms with Vascular Wilt symptoms, including those in remission–)

FE = Fusariose exprimée — (EF = Expressed fusariose)

Le tableau IV compare les productions potentielles basées sur la production moyenne des arbres sains. La différence avec la production réelle obtenue exprime la perte occasionnée par la fusariose, tous symptômes confondus (F et R). Ces pertes sont plus importantes dans les traitements avec apports de rafles que dans l'objet témoin. Par pourcentage de palmiers fusariés, ces pertes s'étagent de 0,17 à 0,73 % pour la catégorie tolérante et de 0,33 à 0,78 % pour la catégorie sensible. En moyenne, le manque à gagner sur la catégorie sensible (0,60 %) est plus important que sur la catégorie tolérante (0,49 %).

La production est également affectée par l'état sanitaire du palmier (Tabl. V). En considérant la production d'un arbre sain comme base de calcul, une baisse de production est observée sur des arbres de classe f (3,3 à 15,4 %) et l'écart s'accroît sur les arbres R (27,7 à 41,4 %) ; la production des arbres fusariés (F) est très faible. Le tableau V montre également que la production d'une catégorie tolérante est moins affectée par la fusariose que celle d'une catégorie sensible.

Table IV compares potential production figures based on the mean production of healthy oil palms. The difference between this and the actual production obtained expresses the losses caused by Vascular Wilt, all symptoms combined (F and R). These losses are higher in the treatments with bunch stalk applications than in the control treatment. Depending on the percentage of Fusarium infected oil palms, these losses range from 0.17% to 0.73% for the tolerant category and from 0.33% to 0.78% for the susceptible category. On average, the gap to be made up in the susceptible category (0.60%) is greater than in the tolerant category (0.49%).

Production is also affected by the phytosanitary condition of the oil palm (Table V). Taking the production of a healthy tree as the basis for calculation, a fall in production is seen on trees classified f (3.3 to 15.4%), and the difference is greater on trees classified R (27.7 to 41.4%); the yields of Fusarium infected trees (F) are very low. Table V also shows that the production of a tolerant category is less affected by Vascular Wilt than that of a susceptible category.

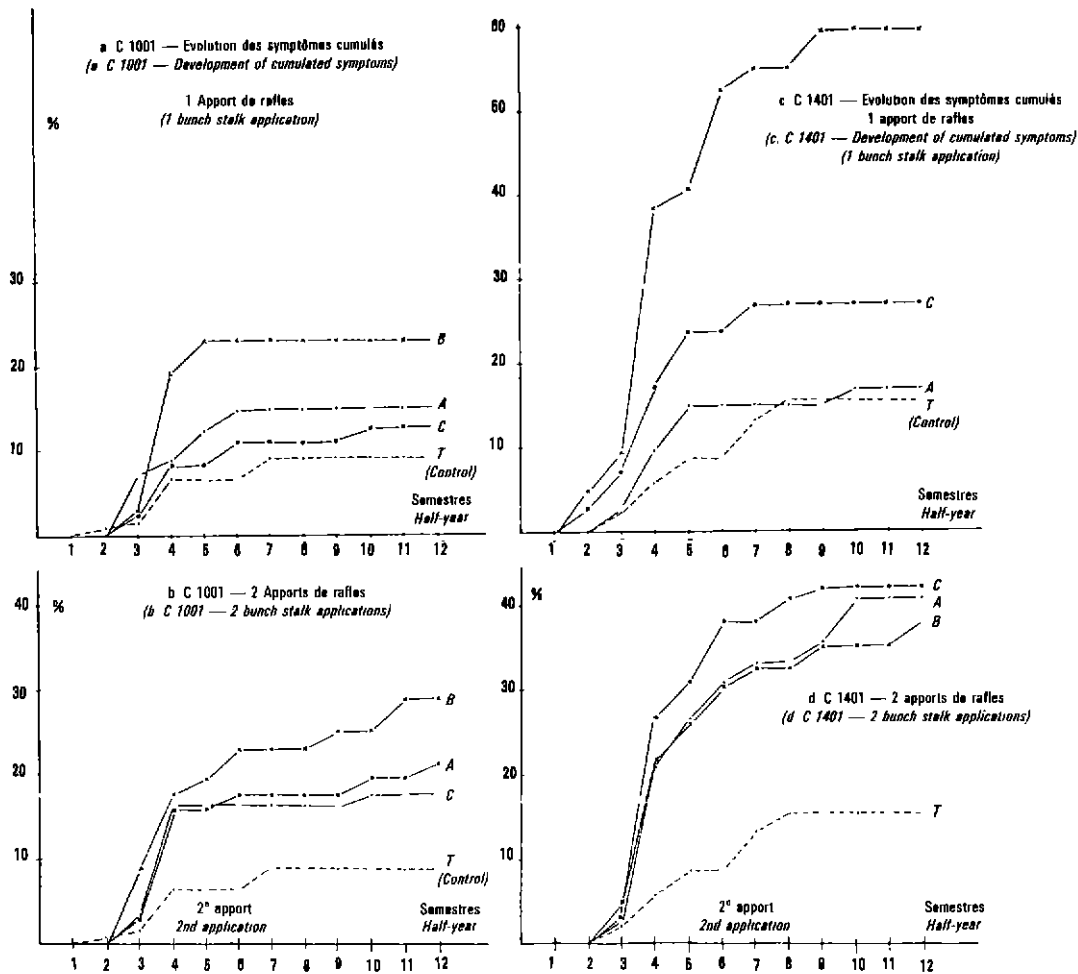


FIG. 3. — Evolution de la fusariose (symptômes cumulés) dans l'essai "paillage de rafles" sur la catégorie C 1001 tolérante et sur la catégorie C 1401 peu tolérante ; incidence des quantités de rafles apportées. — (Vascular Wilt development (cumulated symptoms) in the "bunch stalk mulching" trial in category C 1001 tolerant and category C 1401 low tolerance, effect of bunch stalks applied)

4. — Rôle du couvert végétal - DA CP 25 [1]

Les données du tableau VI qui présente les relevés "fusariose" en fonction du type de plante de couverture, indiquent que les différences apparaissent essentiellement au niveau de l'expression des symptômes : sur sol nu, on ne compte que 2,7 et 4,7 % de plants fusariés visibles (respectivement sol nu mécanique et sol nu chimique) alors que 20,7 % des arbres le sont avec le *Calopogonium coeruleum*, 18 % avec le *Pueraria javanica* et 14 % avec le *Centrosema pubescens*. Dans tous les cas, le *Calopogonium* induit plus de fusariose (F + f) que les autres traitements. Le sol nu défavorise l'expression de la maladie.

Cet essai montre également qu'il n'existe aucune corrélation entre le pourcentage total de fusariose en fin de première génération et le pourcentage total de fusariés en replantation (Tabl. VII). Par contre, il existe une corrélation négative et significative (-0,79) entre le pourcentage d'arbres disparus et le pourcentage total de plants fusariés. A l'inverse, une corrélation positive (0,83) relie le pourcentage d'arbres fusariés sur pied avant l'abattage et le pourcentage total de fusariés en replantation ; cette corrélation atteint 0,90 en considérant les arbres exprimant la maladie.

En conséquence, l'ampleur des dégâts en replantation résulte davantage de l'âge de la maladie en première génération que du pourcentage global de palmiers fusariés en première génération. Ce résultat doit inciter le planteur à abattre les arbres malades.

4. — Role of cover crop - DA CP 25 [1]

Table VI, showing the "Vascular Wilt" data depending on the type of cover crop, shows that the differences are basically seen at symptom expression level; on bare soil, only 2.7% to 4.7% of plants are visibly infected with *Fusarium* (bare soil with mechanical upkeep and bare soil with chemical upkeep respectively), whereas 20.7% of trees are infected with *Calopogonium coeruleum*, 18% with *Pueraria javanica* and 14% with *Centrosema pubescens*. In all cases, *Calopogonium* induces more Vascular Wilt (F + f) than the other treatments. Bare soil discourages disease expression.

This trial also shows that there is no correlation between the total percentage of Vascular Wilt at the end of the first generation and the total percentage of *Fusarium* infected trees in the replanting (Table VII). However, there is a significant negative correlation (-0.79) between the percentage of dead trees and the total percentage of *Fusarium* infected plants. On the other hand, there is a positive correlation (0.83) between the percentage of *Fusarium* infected trees standing before felling and the total number of *Fusarium* infected trees in the replanting; this correlation reaches 0.90 when considering trees expressing the disease.

Consequently, the extent of damage in replantings results more from the age of the disease in the first generation than from the overall percentage of *Fusarium* infected oil palms in the first generation. This result should encourage growers to fell diseased trees.

TABEAU IV. — DA ES 130 – Incidence du paillage de rafles sur la production en liaison avec la manifestation de la fusariose et la nature du matériel végétal. — (DA ES 130 – Effect of bunch stalk mulching on production in conjunction with Vascular Wilt occurrence and the type of planting material)

		Prod. moy. arbre sain (kg) (Mean prod. healthy tree)	Prod. pot./ha (143 a/ha) (Pot. prod./ha 143 trees/ha)	Production réelle (Actual production)	Perte estimée (kg/ha) (Estimated loss kg/ha)	% F	% perte (% loss)	Perte par % de F (Loss per % of F)
C 1001	Témoin (Control)	195,6	27 971	27 555	416	8,9	1,5	0,17
	A0 ⁽¹⁾	198,8	28 428	27 739	689	12,5	2,4	0,19
	B0	193,8	27 713	24 612	3 101	20,8	11,2	0,54
	C0	212,3	30 359	29 078	1 281	12,5	4,2	0,34
	A1 ⁽²⁾	200,5	28 672	25 748	2 924	16,4	10,2	0,62
	B1	217,0	31 031	25 256	5 775	25,5	18,6	0,73
	C1	206,6	29 544	26 910	2 634	18,2	8,9	0,49
	Tous traitement confondus (All treatments combined)	202,1	28 900	26 739	2 161	15,4	7,5	0,49
C 1401	Témoin (Control)	187,4	26 798	25 410	1 388	15,7	5,2	0,33
	A0	213,1	30 473	27 945	2 528	12,2	8,3	0,68
	B0	207,4	29 658	19 839	9 819	59,5	33,1	0,56
	C0	199,9	28 586	24 381	4 205	20,0	14,7	0,74
	A1	206,4	29 515	20 919	8 596	37,5	29,1	0,78
	B1	181,1	25 897	21 998	3 899	33,3	15,1	0,45
	C1	195,6	27 971	19 914	8 057	38,1	18,8	0,76
	Tous traitement confondus (all treatments combined)	196,4	28 085	23 205	4 880	29,1	17,4	0,60

(1) – 0 correspond à un apport de rafles — (1 bunch stalk application)

(2) – 1 correspond à deux apports de rafles — (2 bunch stalk applications)

TABEAU V — DA ES 130 – Incidence de la situation sanitaire sur la production de régimes — (DA ES 130 – Effect of phytosanitary situation on bunch production)

Symptômes Catégorie (Category)	(Symptoms)	Effectif (Number)	%	Production régimes kg/arbre (Bunch production kg/tree)	NR (NB)	PMR (MBW)	kg/ha	Production totale (Total production)	Perte de production par arbre/par ha (en %) (Yield loss per tree/per ha %)
C 1001	S (H)	333	75,3	202,1	25,2	8,03	21 762	—	—
	f (f)	41	9,3	195,4	26,1	7,47	2 599	3,3	0,3
	R (R)	57	12,9	146,1	20,8	7,03	2 695	27,7	3,6
	F (F)	11	2,5	10,5	4,3	2,46	38	94,8	2,4
	Total	442					27 094	28 900	6,3
C 1401	S (H)	212	64,2	196,4	24,3	8,07	18 031	—	—
	f (f)	22	6,7	166,2	22,5	7,40	1 487	15,4	1,4
	R (R)	78	23,6	115,1	18,5	6,24	3 884	41,4	9,8
	F (F)	18	5,5	16,0	5,7	2,82	126	91,9	5,1
	Total	330					23 528	28 085	16,3

S = palmier sain (H = healthy oil palm) – f = infection latente (latent infection) – R = rémission de symptômes (remission of symptoms) – F = fusarié (fusarium infected) – NR = nombre de régimes (NB = number of bunches) – PMR = poids moyen des régimes (MBW = mean bunch weight)

TABLEAU VI — DA CP 25 – Incidence de la couverture du sol sur la fusariose — (Effect of soil cover on Vascular Wilt)

	f(1)	F(2)	Total
Sol nu mécanique (Bare soil mechanical upkeep)	28,0	2,7	30,7 %
Sol nu chimique (Bare soil chemical upkeep)	30,3	4,7	35,0 %
<i>Pueraria</i>	30,7	18,0	48,7 %
<i>Calopogonium</i>	37,0	20,7	57,7 %
<i>Centrosema</i>	30,0	14,0	44,0 %

(1)f = fusariose interne latente (internal, latent Vascular Wilt)

(2)F = fusariose exprimée (expressed Vascular Wilt)

TABLEAU VII — DA CP 25 – Pourcentage de fusariose et comparaison avec la première génération — (DA CP 25 – Percentage of Vascular Wilt and comparison with the first generation)

	Site (Site)	C3 31					D2 11			C3 31	D2 11	DA CP 25
	Bloc (Block)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	%	%	%
Fusariose DA CP 25 total (1) (Vascular Wilt DA CP 25 total)		40,0	49,1	55,0	50,3	40,0	38,3	39,5	33,1	48,5	37,8	43,2
dont (including) : f (2)		31,0	35,4	33,5	31,4	32,5	32,6	26,5	26,9	32,8	29,6	31,2
F (3)		9,0	13,7	21,5	18,9	7,5	5,7	13,0	6,2	15,7	8,3	12,0
Première génération (First generation)												
% arbres morts (4) (dead trees)		22,1	12,5	11,6	25,9	35,6	42,1	45,1	37,1			
% fusariés sur pied (5) (Vascular Wilt, standing)		32,6	41,1	46,5	44,8	21,8	29,8	35,1	30,6			
% fusariose totale (6) (Total % Vascular Wilt)		54,7	53,6	58,1	70,7	57,4	71,9	80,2	67,7			

**Corrélations 1ère/2e générations —
(1st/2nd generation correlations)**

	(4)	(5)	(6)
(1)	–0,79*	0,83*	– 0,33 NS
(2)	–0,68 NS	0,27 NS	–0,68 NS
(3)	–0,63 NS	0,90**	– 0,06 NS

DISCUSSION - CONCLUSION

Ces résultats prouvent qu'il faut apporter une grande attention aux facteurs du milieu qui peuvent agir fortement sur le développement de la maladie.

Le site de plantation intervient de façon prépondérante sur l'apparition de la maladie et les différences observées ne résultent que d'une faible différence (moins de 2 mètres) dans la position du plant par rapport à l'ancienne souche.

Les techniques culturales constituent également des éléments susceptibles d'infléchir fortement l'évolution de la fusariose. Parmi les facteurs considérés, le potassium revêt un intérêt tout particulier alors que la fumure calcique ne semble pas entraîner de modifications notables ; on peut se demander si, dans ce cas, les apports uniques ont été suffisants pour avoir un effet. Les raffles, dans les conditions de l'expérience (en rond autour des palmiers et non dans l'interligne) ont eu un effet tout à fait néfaste sur l'état sanitaire alors que le paillage avait essentiellement pour but de limiter les pertes en eau du sol au cours de la saison sèche. L'effet du couvert végétal est le plus surprenant et, de tous les traitements testés, le sol nu induit la plus forte réduction de maladie. A l'inverse, le *Calopogonium coeruleum*, malgré son installation lente (proche du sol nu) et son faible développement, a eu un effet favorable au développement de la fusariose.

Au niveau de la production, l'effet bénéfique attendu du paillage est amoindri par l'accroissement de la fusariose provoqué par les raffles. La maladie entraîne dans tous les cas une baisse de production d'intensité variable en liaison avec la gravité des symptômes et avec le niveau de tolérance du matériel végétal.

La mise en évidence de ces facteurs est intéressante et elle constitue une première étape ; la seconde, qui analyserait les mécanismes en cause, reste encore inexplorée pour le palmier à huile ; seules des hypothèses peuvent être avancées, trois aspects nous semblant devoir être considérés :

- action sur la plante, en prédisposant le végétal à une meilleure réceptivité du parasite et à une meilleure extériorisation des symptômes ? Ceci serait le fait de la fumure par exemple ;
- action sur la microflore et/ou sur le pathogène, en entraînant une multiplication du *F.oxysporum* f.sp. *elaeidis*. La densité d'inoculum semble être directement mise en cause lorsqu'il s'agit de distance à l'ancienne souche. Le rôle de la couverture et du sol nu interviennent également vraisemblablement de manière prépondérante sur l'évolution de la microflore. Des études préliminaires ont montré que les plantes de couverture employées n'hébergeaient pas le *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis* ;
- action conjuguée des deux facteurs précédents : c'est certainement la situation la plus fréquente ; elle paraît néanmoins prépondérante dans le cas de paillage de raffles ; action directe sur la microflore et effet fertilisant pour le palmier ;

L'intervention sur les facteurs du milieu paraît tout à fait possible. Il faut, bien sûr, que les techniques employées restent compatibles avec la culture du palmier à huile au plan agronomique.

DISCUSSION - CONCLUSION

These results show that considerable attention needs to be paid to environmental factors, since they can have a significant effect on disease development.

The planting site plays a predominant role in disease occurrence and the differences observed result from only a slight change (less than 2 metres) in the position of the plant in relation to the old stump.

Crop techniques are also likely to greatly influence Vascular Wilt development. Among the factors considered, potassium is of particular interest, whereas calcium fertilizer does not appear to bring about any noteworthy modifications; in this case, one might wonder whether the single applications were sufficient to have an effect. Under the conditions of the experiment (in the circle around the tree rather than in the interrow), bunch stalks had a positively harmful effect on phytosanitary condition, whilst the purpose of mulching was essentially to limit water losses from the soil during the dry season. The effect of the cover crop is the most surprising and, of all the treatments tested, bare soil induced the highest reduction in disease incidence. However, despite its slow establishment (similar to bare soil) and its slow development, Calopogonium coeruleum is propitious to Vascular Wilt development.

As regards production, the beneficial effects expected from mulching are diminished due to the increase in Vascular Wilt caused by the bunch stalks. In all cases, the disease causes a fall in production to varying degrees, linked with the severity of the symptoms and the tolerance level of the planting material.

The discovery of these factors is interesting and is a first step in the right direction; the second step - analysis of the implicated mechanisms - still remains unexplored for oil palm; it is only possible to put forward hypotheses; it seems to us that three aspects ought to be considered:

- *action on the plant, by predisposing it to better parasite receptivity and better exteriorization of symptoms? This would be a matter of fertilization, for example;*
- *action on the microflora and/or pathogen, by bringing about the multiplication of Fusarium oxysporum f.sp. elaeidis. Inoculum density would seem to be directly implicated when the distance from the old stump is involved. The cover crop and bare soil also probably play a predominant role in microflora development. Preliminary studies have shown that the cover crops used did not harbour Fusarium oxysporum f.sp. elaeidis;*
- *action combining the previous two factors: this is undoubtedly the most frequent situation; nonetheless it seems predominant in the case of bunch stalk mulching; direct action on the microflora and fertilization effect for oil palm.*

Intervention in respect of environmental factors seems to be perfectly possible. Needless to say, the techniques used will have to remain compatible with the agronomical aspects of oil palm growing.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] FRANQUEVILLE (de), H. et J.L. RENARD, 1988. — La fusariose du palmier à huile en replantation. Méthodes d'études et mise en évidence de quelques facteurs de l'environnement sur l'expression de cette maladie - *Oléagineux*, 43 (4), 149-157.
- [2] OLLAGNIER, M. et J.L. RENARD, 1976. — Influence du potassium sur la résistance du palmier à huile à la fusariose - *Oléagineux*, 31 (5), 203-209.
- [3] RENARD, J.L., J.P. GASCON et A. BACHY, 1972. — Recherches sur la fusariose du palmier à huile - *Oléagineux*, 27 (12), 581-591.
- [4] RENARD, J.L., J.M. NOIRET et J. MEUNIER, 1980. — Sources et gammes de résistance à la fusariose chez les palmiers à huile *Elaeis guineensis* et *Elaeis melanococca* - *Oléagineux*, 35 (8/9), 387-393.
- [5] RENARD, J.L. and J. MEUNIER, 1983. — Research for durable resistance to vascular wilt disease (*Fusarium oxysporum* f sp. *elaedis*) of oil palm (*Elaeis guineensis*) - In : Durable Resistance in Crops, ed. F. Lambert, J.M. Waller and N.A. Van der Graaff, Plenum Publishing Corporation, pp. 287-290.
- [6] RENARD, J.L. et G. QUILLEC, 1983. — Fusariose et replantation. Eléments à prendre en considération pour les plantations de palmiers à huile en zone fusariée en Afrique de l'Ouest - Conseil de l'IRHO n° 235, *Oléagineux*, 38 (7), 421-427.
- [7] RENARD, J.L. et H. de FRANQUEVILLE, 1989. — La fusariose du palmier à huile - Conseil de l'IRHO n° 300, *Oléagineux*, 44 (7), 341-349.

RESUMEN

Interés de las técnicas de cultivo en un dispositivo de lucha integrada contra la furiosis de la palma aceitera

J.L. RENARD y H. de FRANQUEVILLE, *Oléagineux*, 1991, 46, N° 7, p. 255-265.

El potencial de tolerancia evidenciado por la prueba en previvero se expresa con más o menos intensidad con arreglo al medio ambiente, hablando en termino más amplio:

nutrición mineral : crecientes aplicaciones de abonos KCl retrasan la aparición y el desarrollo de la fusariosis y el fosfato tricalcico reduce la incidencia de la enfermedad ;

arbolado : el *Calopogonium coeruleum* favorece la expresión de la fusariosis y el suelo sin vegetación la desfavorece ; la aplicación de tuzas en los círculos predispone a la enfermedad y el efecto benéfico esperado en la producción no compensa el efecto negativo debido a la infección interna por el parásito ;

lugar de siembra : constituye el factor preponderante en el determinismo de la enfermedad cuando la renovación ; dos elementos intervienen : la distancia de la planta joven con respecto a la antigua cepa, y el estado sanitario de la palma de la primera generación cuando la tala ; el mantenimiento en el campo de la forma crónica es perjudicial al buen estado sanitario de la siguiente generación. Se discute sobre los mecanismos implicados en las diferentes situaciones.

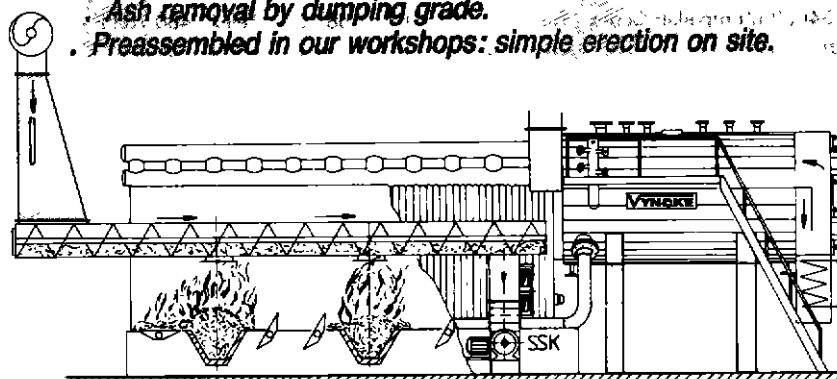
VYNCKE BOILERS: SPECIALLY DESIGNED FOR PALM OIL WASTE

Combined water tube-fire tube boiler: sturdy, reliable design offering easy access and maintenance.

Underfeed stoker: stable, complete combustion.

Ash removal by dumping grade.

Preassembled in our workshops: simple erection on site.



capacities
0.5 - 20 tons/h

VYNCKE

vyncke nv,
b-3530 hareelbeke - belgium
tel 32-56/71 82 31
fax 32-56/70 41 80

Over 1,000 references in solid fuel combustion.